

# Chapitre 1 Principes fondamentaux de l'optique géométrique

## I - Introduction

I-1- Généralités

I-2- Optique géométrique et optique physique

## II - Nature de la lumière

II-1- Lumière blanche

II-2- Vitesse de propagation

II-3- Indice de réfraction

## III - Autres théories de la lumière v

III-1- Théorie ondulatoire

III-2- Théorie corpusculaire

## IV - Principes et lois de l'optique géométrique

IV-1- Le rayon lumineux

IV-2- Rayon lumineux dans l'expérience

IV-3- Observations et hypothèses

IV-4- Principes de l'optique géométrique

IV-5- Les lois de Descartes

IV-5-1- Réflexion

IV-5-2- Réfraction

IV-5-3- Les Limites de réfraction



Accueil

Chapitre1

Chapitre2

Chapitre3

Chapitre4

Chapitre5

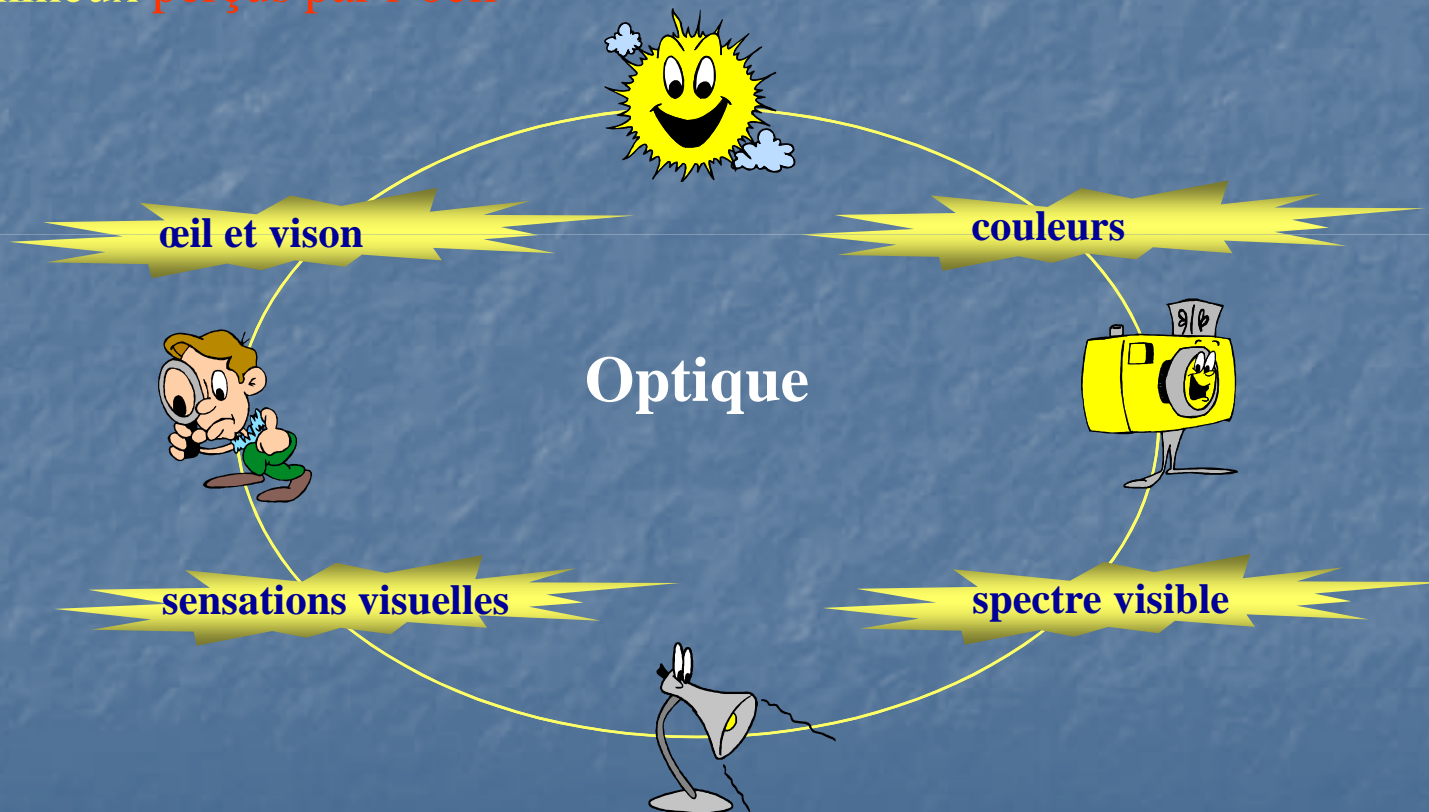
Chapitre6

# I – Introduction

## I-1- Généralités

L'optique ?:

Partie de la physique qui s'intéresse à l'étude des phénomènes lumineux **perçus par l'oeil**



## Source de lumière :

- ☞ - Objet qui émet un rayonnement : Soleil, étoiles, lampes etc...
- Objet éclairé par une source de lumière et réfléchi ou diffuse une partie de la lumière



## Milieux :

- ☞ Espaces situés entre un objet lumineux et un récepteur «œil» : milieux transparents, isotropes et homogènes

## Indice de réfraction :

- ☞ Caractérisant un milieu transparent à la lumière. L'indice 'absolu' **n** se définit du fait d'une interaction entre la matière et la lumière la traversant :  $n = c / v$

## Rayon lumineux :

- ☞ Peut être défini comme une ligne droite éclairée

## Lumière visible :

- ☞ Partie du spectre électromagnétique visible à l'œil nu. Elle est comprise entre l'Ultra-Violet et l'Infra-Rouge tel que :  $0,39 \mu\text{m} < \lambda < 0,76 \mu\text{m}$

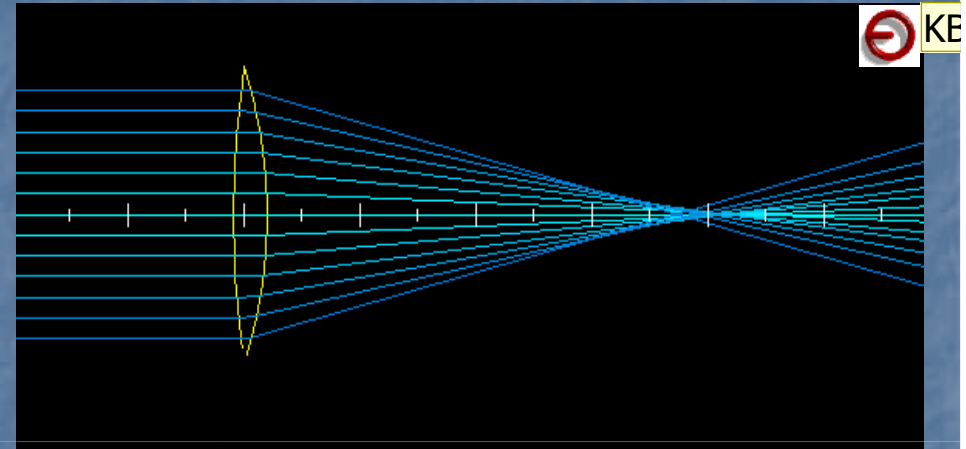


## I-2- Optique géométrique - Optique physique

### a) L'optique géométrique :

Etudie les effets macroscopiques de l'optique tel que :

- La propagation rectiligne
- La réflexion de la lumière
- La réfraction de la lumière

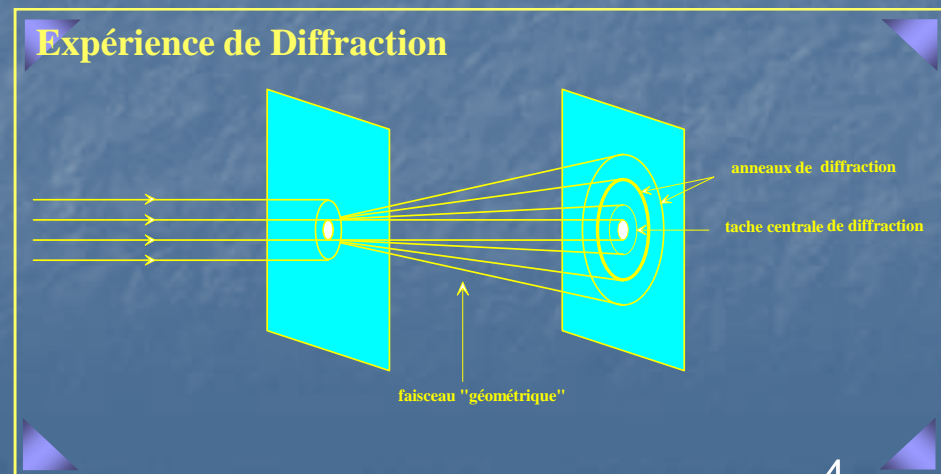


Propagation de la lumière / Figure animée

### b) L'optique physique :

Etudie la relation entre la lumière et la matière. On l'interprète par des phénomènes tels que :

- La diffraction de la lumière
- Phénomène d'interférence
- Emission et absorption



## Diapositive 4

---

**KB1**

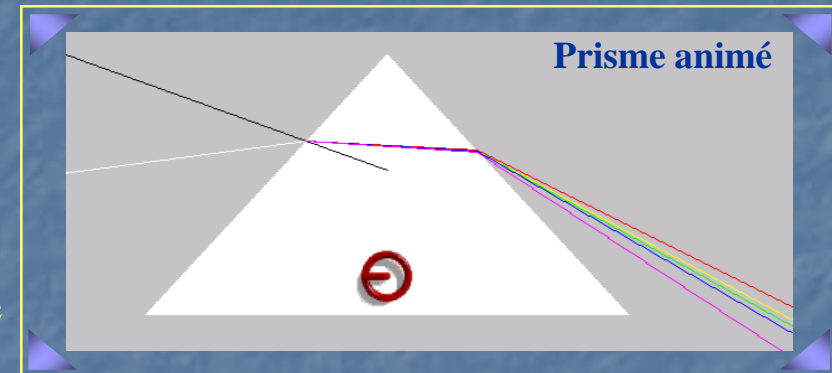
Khalid B; 07/04/2004


## II – Notions sur la lumière

### II-1- Lumière blanche

La lumière blanche fournie par le soleil ou une lampe à incandescence peut être décomposée par un prisme

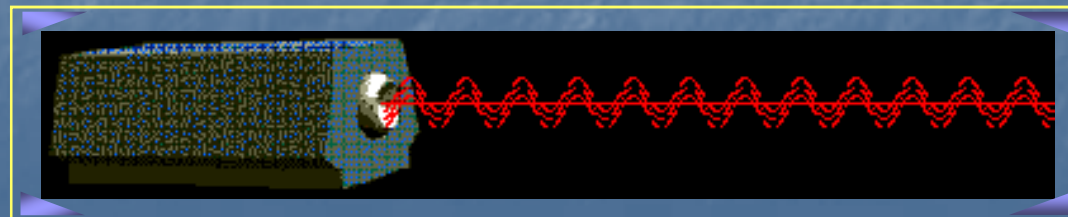
La radiation obtenue est monochromatique



 Prisme - figure animée

### II-2- Lumière monochromatique

La lumière monochromatique est composée d'une seule couleur correspondant à une longueur d'onde  $\lambda$  bien définie



 Laser - figure animée

### II-3- Vitesse de propagation

- La lumière se propage dans certains milieux transparents de façon presque instantanée
- Dans le vide, la mesure de la vitesse de la lumière faite par ROENER en 1676 a donné  $c = 3.10^8$  m/s
- Dans un milieu transparent, la vitesse  $v$  de la lumière dépend de l'indice de ce milieu

### II-4- Indice de réfraction

- La théorie ondulatoire de la lumière permet de montrer que l'indice absolu  $n$  d'un milieu est tel que :  $n = c / v$
- L'indice relatif  $n_{2/1}$  d'un milieu 2 par rapport à un milieu 1 est le rapport  $n_{2/1} = v_1/v_2$

### Exemples

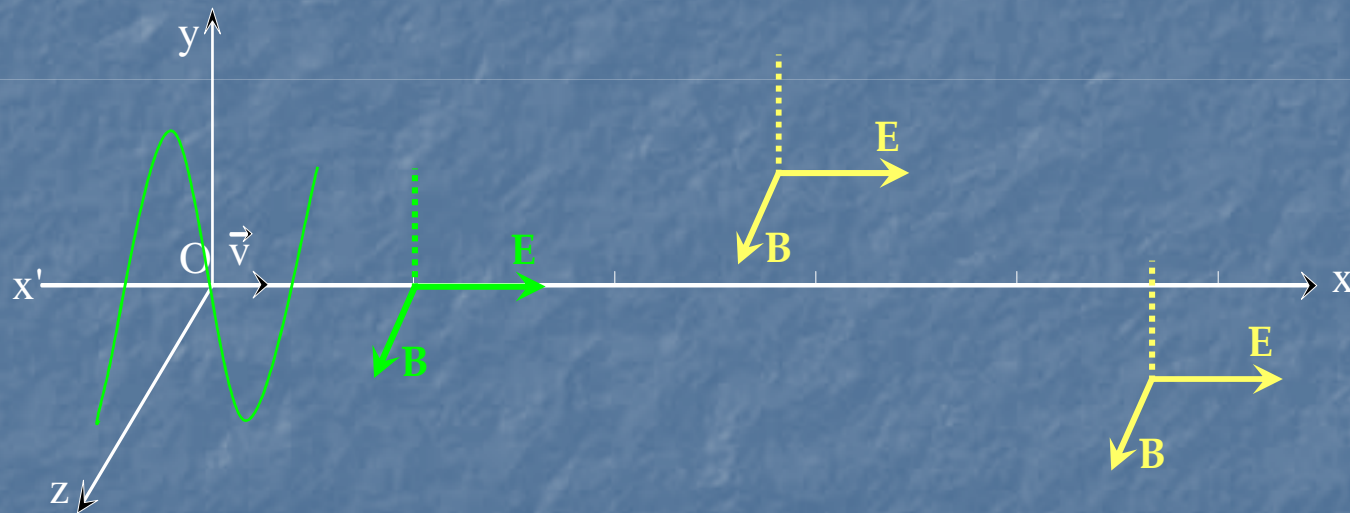
élément	verre	diamant	NaCl	eau	éthanol	air	CO <sub>2</sub>
indice	1.50	2.41	1.54	1.33	1.36	1.0002	1.0004



### III - Autres théories de la lumière

#### III-1- Théorie ondulatoire

Les interférences, diffraction → La lumière est une vibration que Maxwell identifia en 1867 aux ondes électromagnétiques, c'est-à-dire la superposition d'un champ électrique  $E$  et d'une induction magnétique  $B$ .



$$\text{Si } \vec{E}(O,t) = \vec{E}_0 \cos \omega t, \text{ on a donc } \vec{E}(M,t) = \vec{E}(O,t - \theta) = \vec{E}_0 \cos \omega(t - \theta) = \vec{E}_0 \cos \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{x}{v} \right)$$



## Relation entre $\lambda$ , $n$ , $v$ et $v$

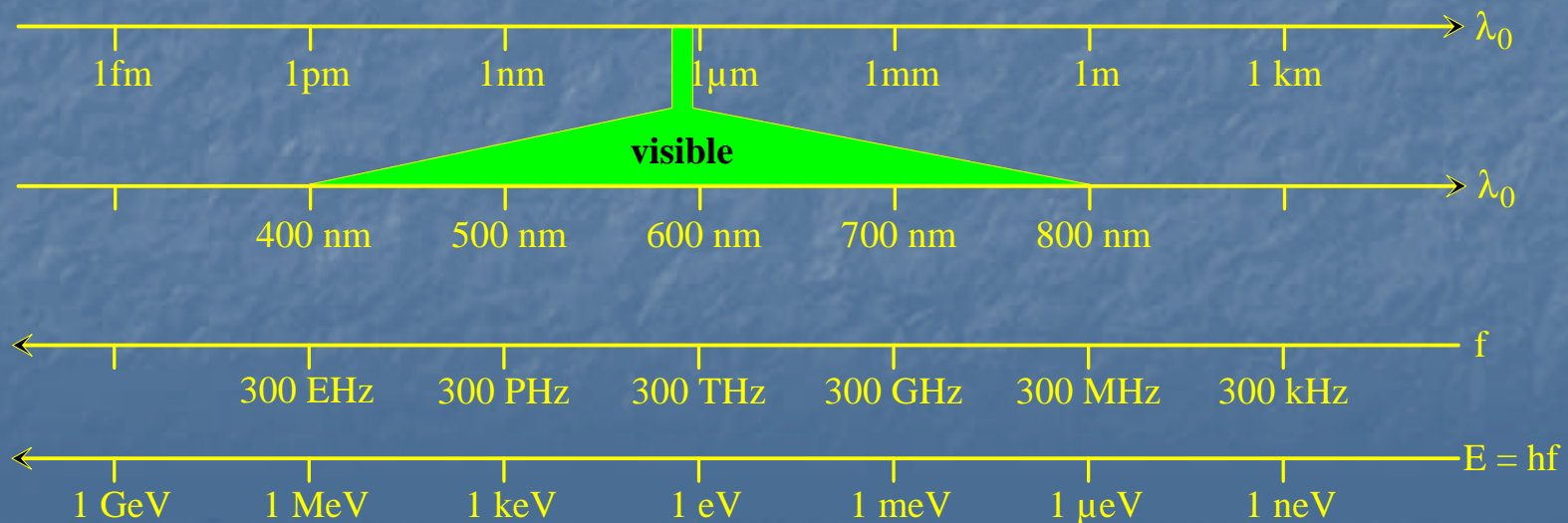
$$\lambda = v.T = \frac{c.T}{n} = \frac{\lambda_0}{n} < \lambda_0$$

$$v = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{v}{\lambda}$$

$$n = \frac{c}{v} > 1$$

$$n \geq 1$$

## Spectre électromagnétique



## III-2- Théorie corpusculaire

Expériences d'effet photoélectrique, effet Compton...

- Echanges d'énergie lumière-matière
- Energie lumineuse quantifiée
- $E = h\nu$  ( $h$  cte de Planck =  $6,63 \cdot 10^{-34}$  Js)

☞  $\nu$  particule appelée photon

Interprétation

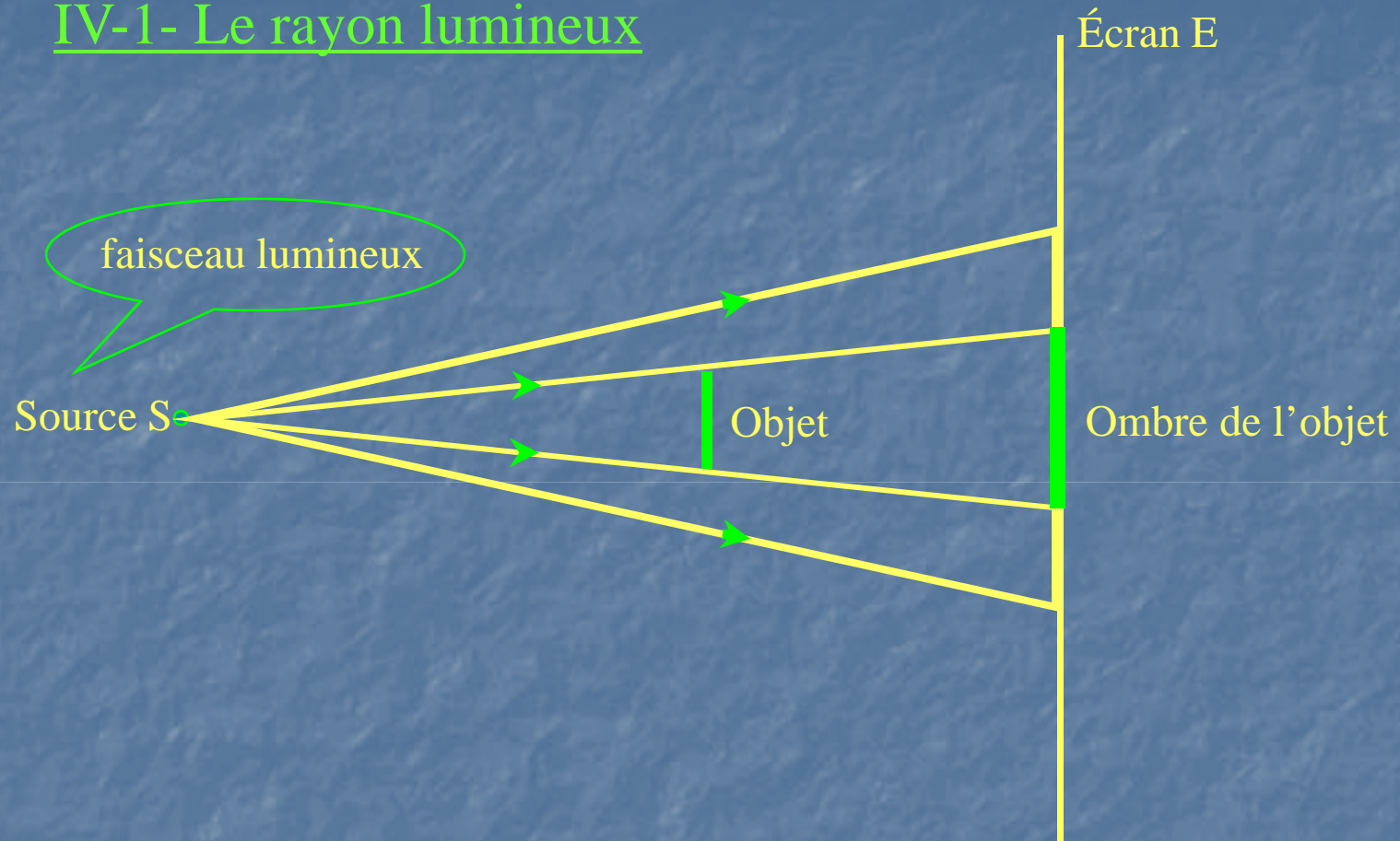
- Interactions matière-rayonnement
- Le photon est un corpuscule sans masse
- Sa vitesse est  $c$  et transportant la Quantité de mvt  $P$

☞  $P = E/c = h.\nu/c = h/\lambda_0$

l'optique géométrique, néglige l'aspect corpusculaire et s'appuie sur la notion de rayon lumineux qui représente des moyens commandes dans la formation des images.

## IV - Principes et lois de l'optique géométrique

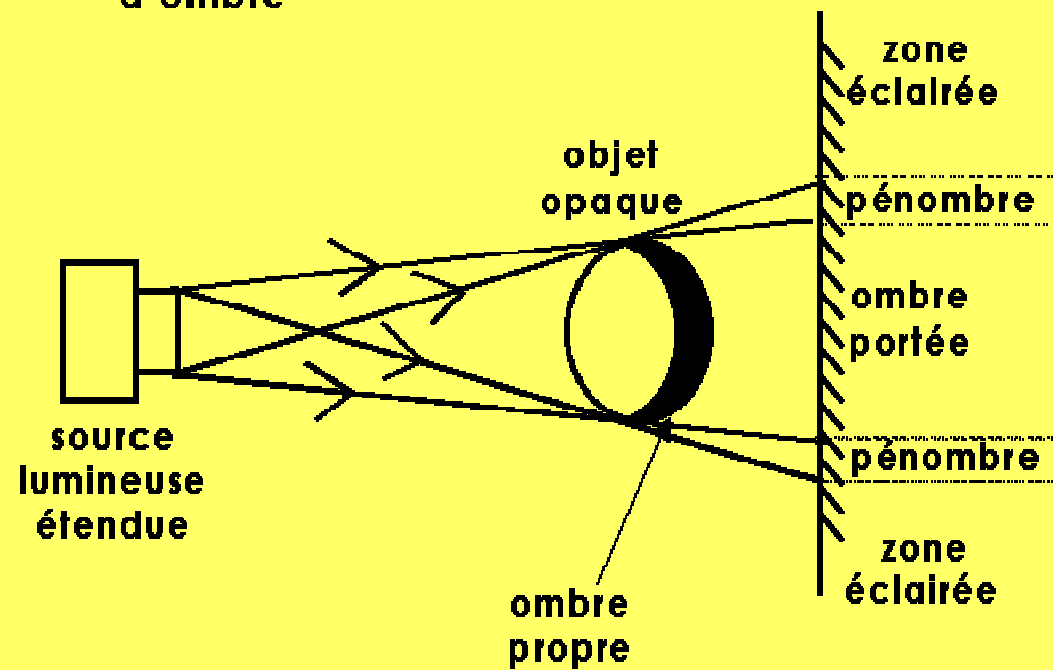
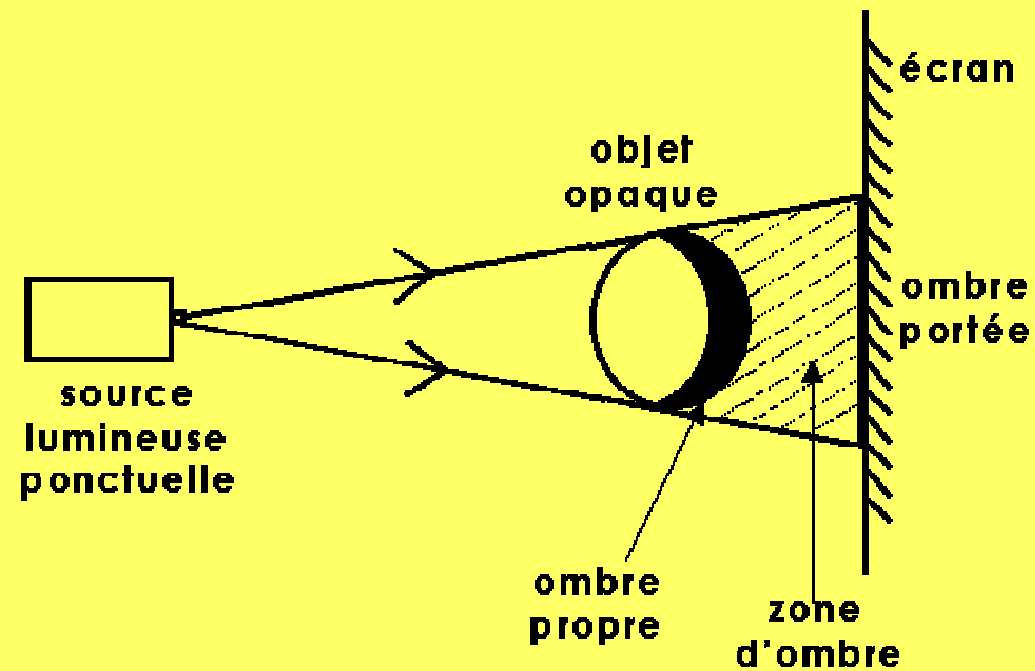
### IV-1- Le rayon lumineux



#### Hypothèse

L'ombre portée sur E de l'objet est homothétique à l'objet, ce qui suggère que le faisceau lumineux issu de S soit constitué par des supports rectilignes

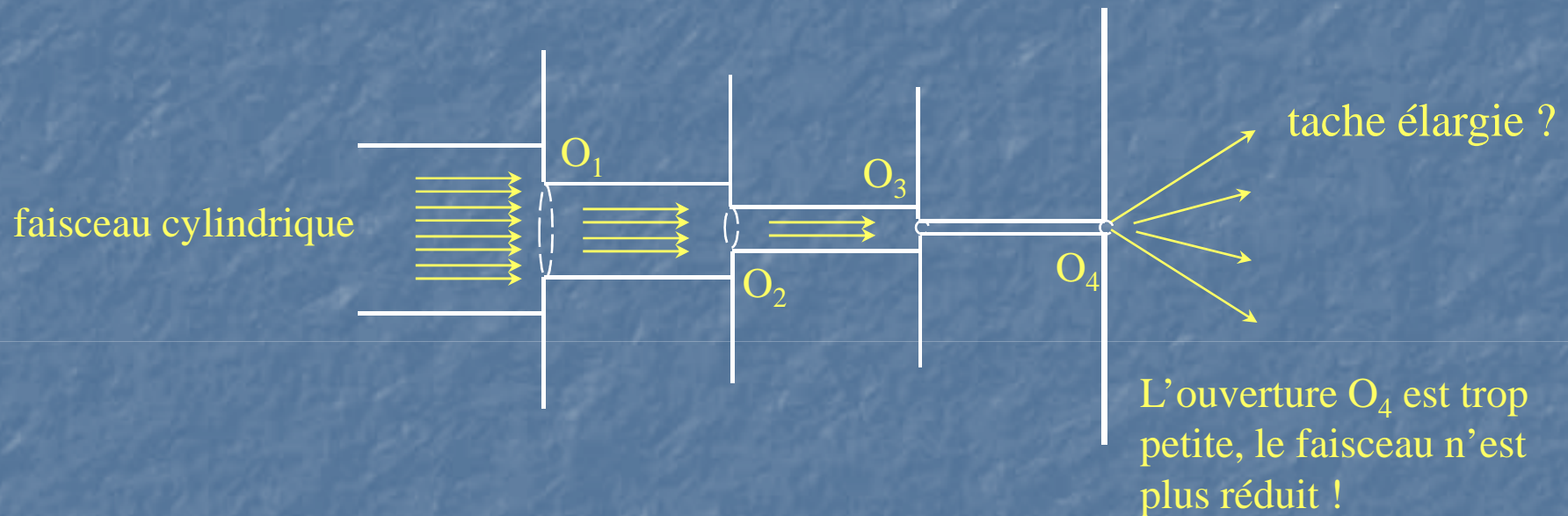
 Rayons lumineux





## IV-2- Le rayon lumineux dans l'expérience

Expérience pour isoler un rayon lumineux :



### Conclusion :

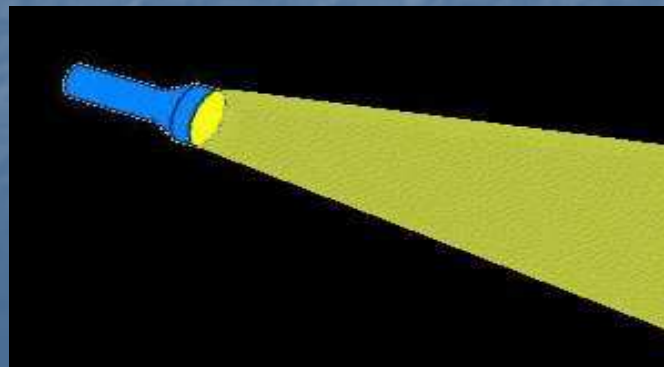
On ne peut pas isoler un rayon lumineux, cependant l'O.G étudie la marche des rayons lumineux dans les milieux transparents. Pour pouvoir déterminer la marche d'un rayon on doit énoncer les principes et lois qui régissent son comportement tel qu'il a été défini.

### IV-3- Observations et hypothèses

- Gouttelettes d'eau microscopiques constituant la brume
- Ombre d'un objet
- Fumée de tabac dans un environnement lumineux
- Eclipses de la lune etc.



La lumière se propage en ligne droite



## IV-4- Principes de l'optique géométrique

### Chemin optique

On appelle chemin optique entre deux points  $M_1$  et  $M_2$ , appartenant à 2 surfaces d'ondes par :

$$L = (M_1 M_2) = \int n \cdot dl$$

**Remarque:** Si le milieu est homogène,  $n$  est constant alors:  $L = n \cdot M_1 M_2$

#### **a) Principe d'indépendance des rayons lumineux**

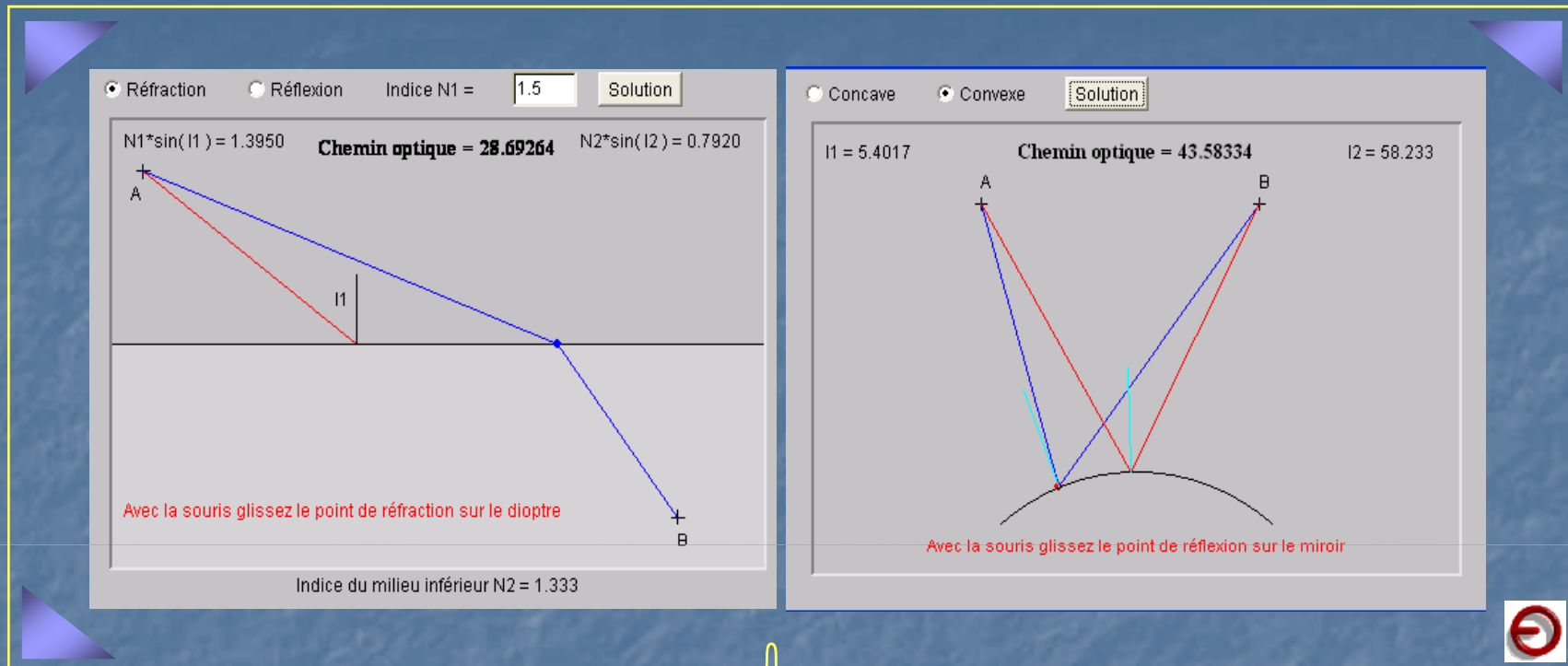
Dans un milieu homogène et transparent, les rayons lumineux se propagent de manière indépendante dans une même région de l'espace

#### **c) Principe de Fermat**

Le trajet suivi par les rayons lumineux pour aller d'un point  $M_1$  vers un point  $M_2$  est celui pour lequel le chemin optique est extrémal «  $dL = 0$  »



## Principe de Fermat par image !



Animation, cliquez !

### b) Principe du retour inverse

Le trajet suivi par la lumière est indépendant du sens de propagation



## IV-5-Les Lois de Descartes

Elles constituent les principales lois liant les angles d'incidences et de réflexions ou de réfractions en fonction des indices des milieux trouvés.

### IV-5-1- Réfraction

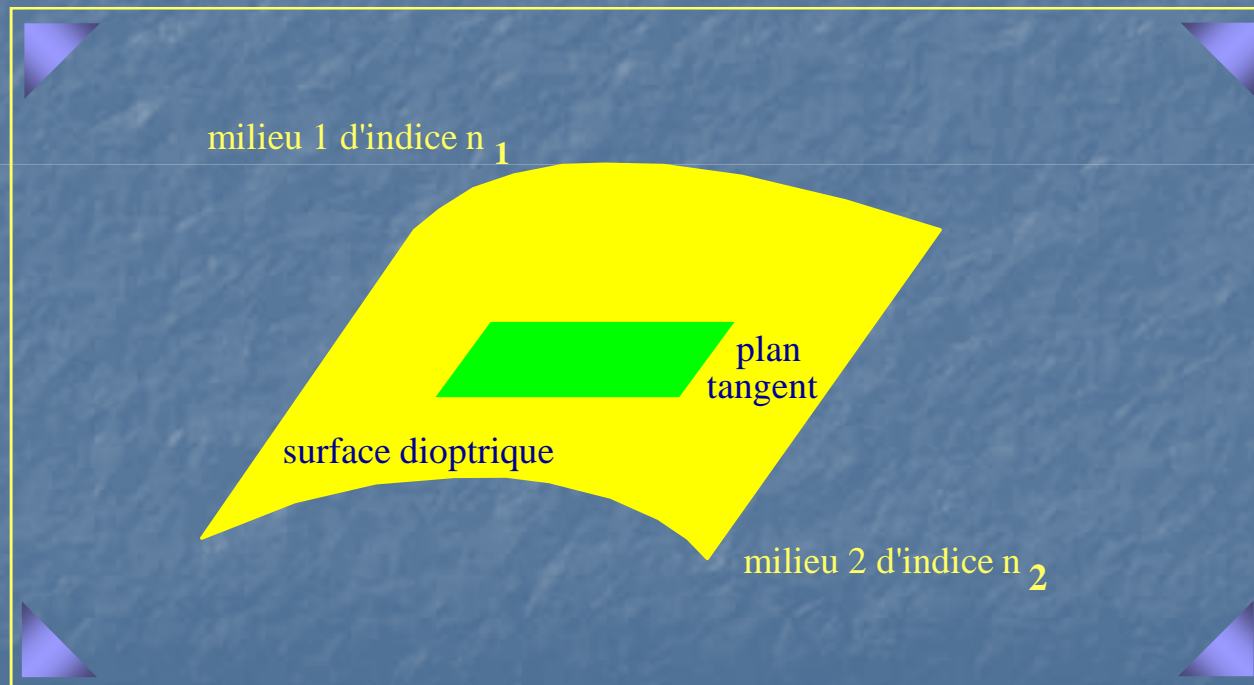
Soient 2 milieux homogènes transparents et isotropes d'indices différents et séparés par une surface S (on suppose que  $n_1 < n_2$ ).

## IV-5-Les Lois de Descartes

Elles constituent les principales lois liant les angles d'incidences et de réflexions ou de réfractions en fonction des indices des milieux trouvés.

### IV-5-1- Réfraction

Soient 2 milieux homogènes transparents et isotropes d'indices différents et séparés par une surface  $S$  (on suppose que  $n_1 < n_2$ ).

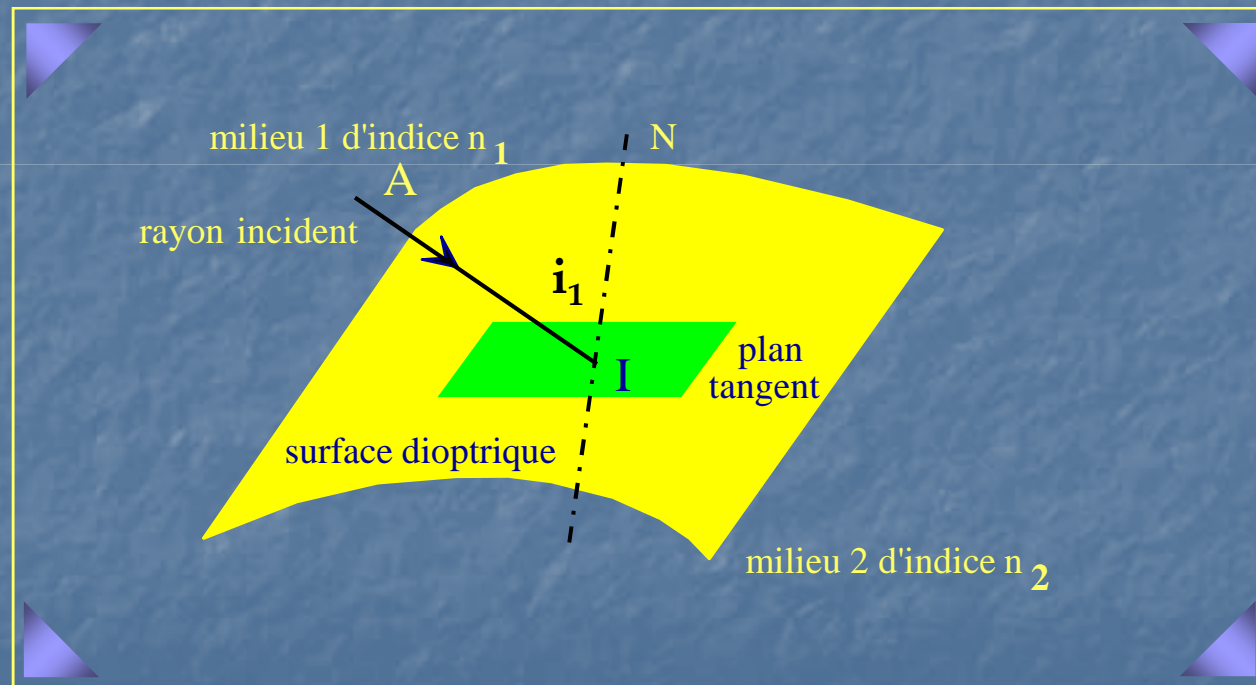


## IV-5-Les Lois de Descartes

Elles constituent les principales lois liant les angles d'incidences et de réflexions ou de réfractions en fonction des indices des milieux trouvés.

### IV-5-1- Réfraction

Soient 2 milieux homogènes transparents et isotropes d'indices différents et séparés par une surface  $S$  (on suppose que  $n_1 < n_2$ ).



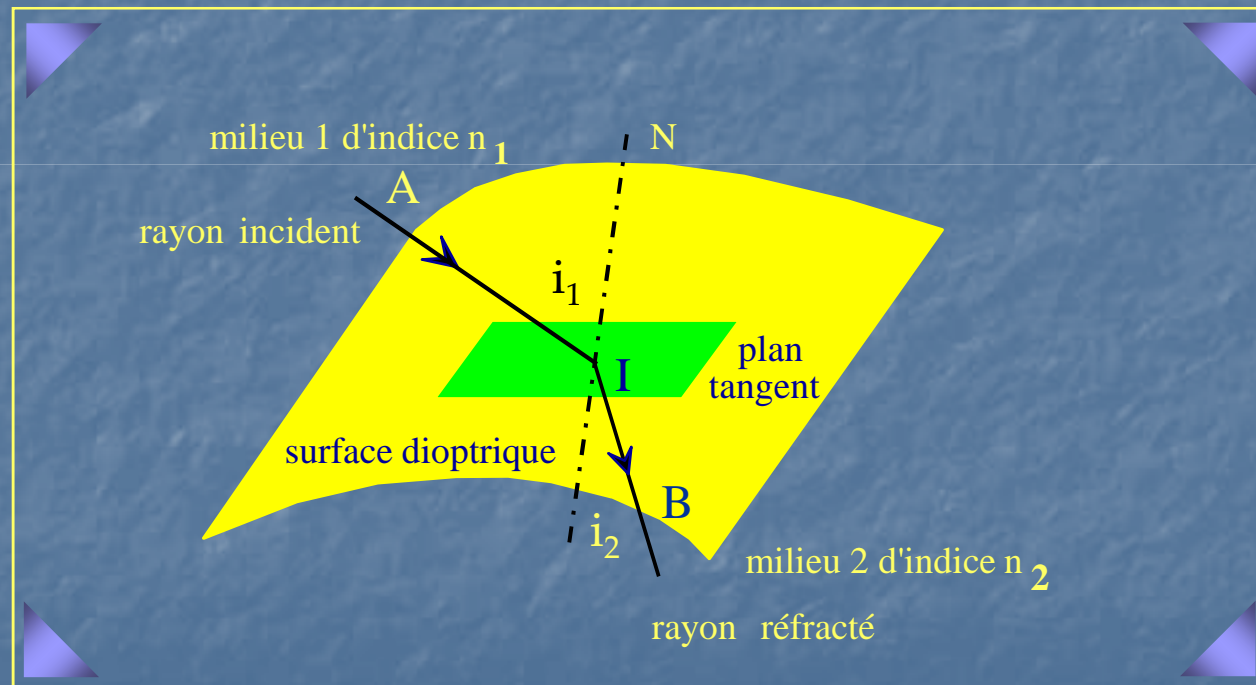


## IV-5-Les Lois de Descartes

Elles constituent les principales lois liant les angles d'incidences et de réflexions ou de réfractions en fonction des indices des milieux trouvés.

### IV-5-1- Réfraction

Soient 2 milieux homogènes transparents et isotropes d'indices différents et séparés par une surface  $S$  (on suppose que  $n_1 < n_2$ ).



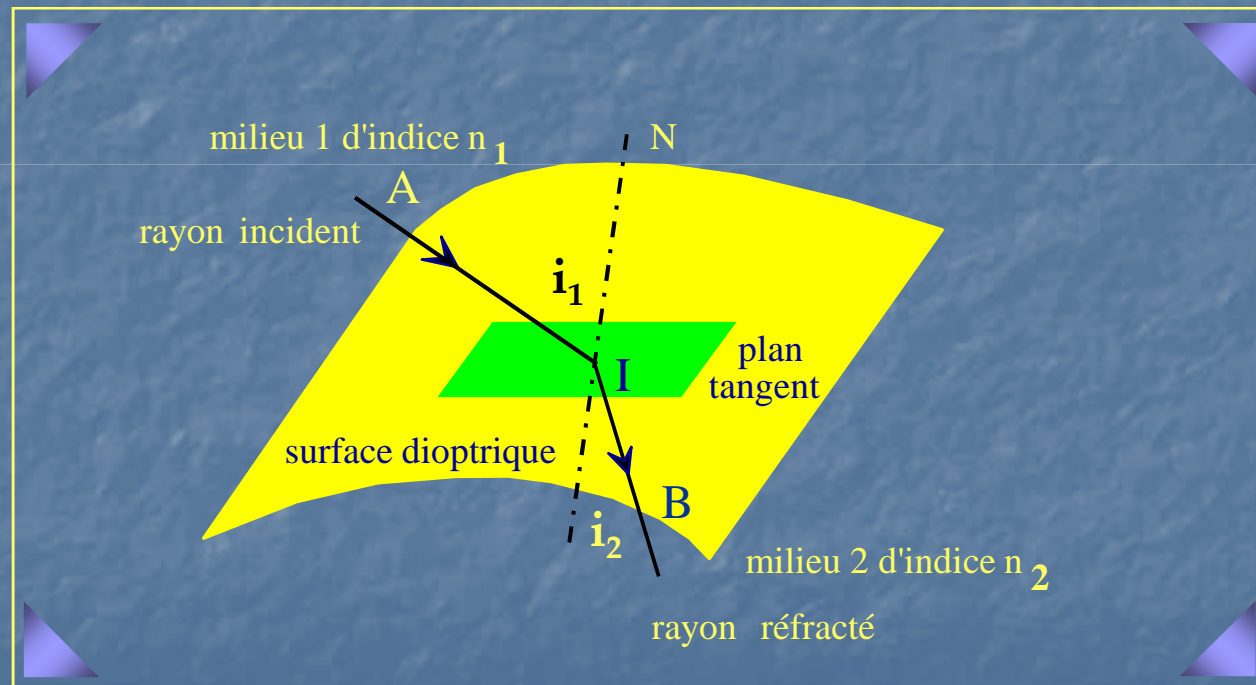


## IV-5-Les Lois de Descartes

Elles constituent les principales lois liant les angles d'incidences et de réflexions ou de réfractions en fonction des indices des milieux trouvés.

### IV-5-1- Réfraction

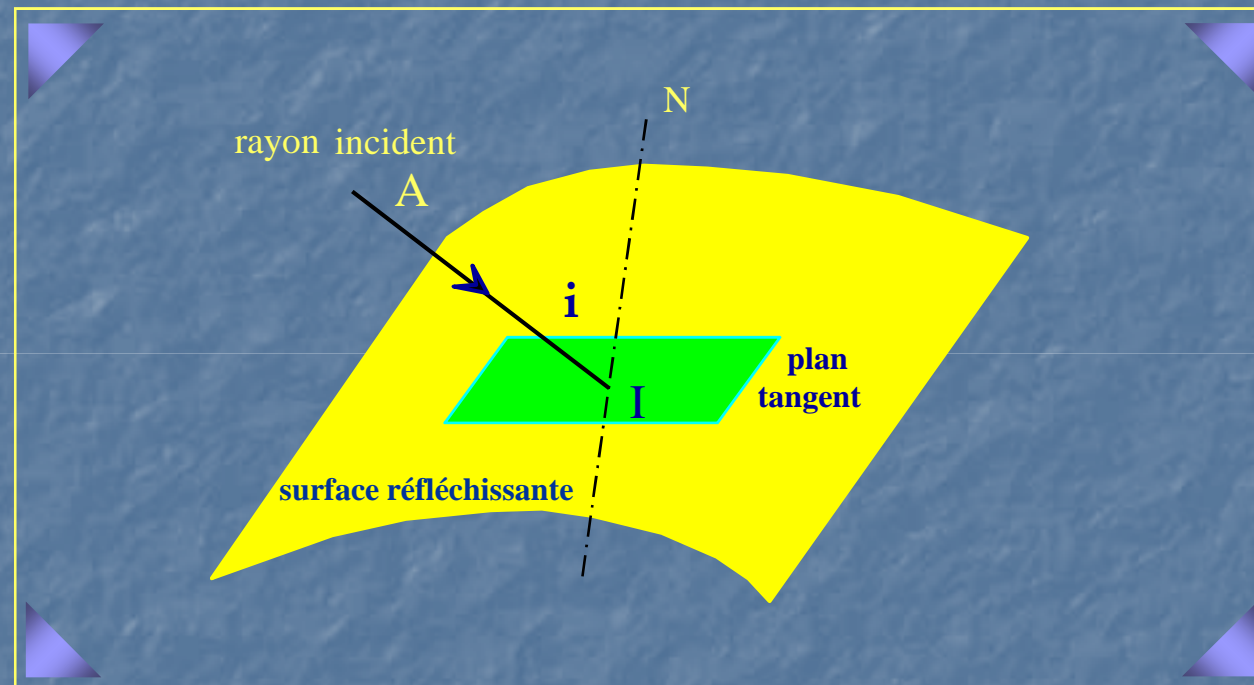
Soient 2 milieux homogènes transparents et isotropes d'indices différents et séparés par une surface  $S$  (on suppose que  $n_1 < n_2$ ).



- i)  $AI$  et  $IB$  sont contenus dans un même plan d'incidence ( $AIB$ )
- ii)  $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$

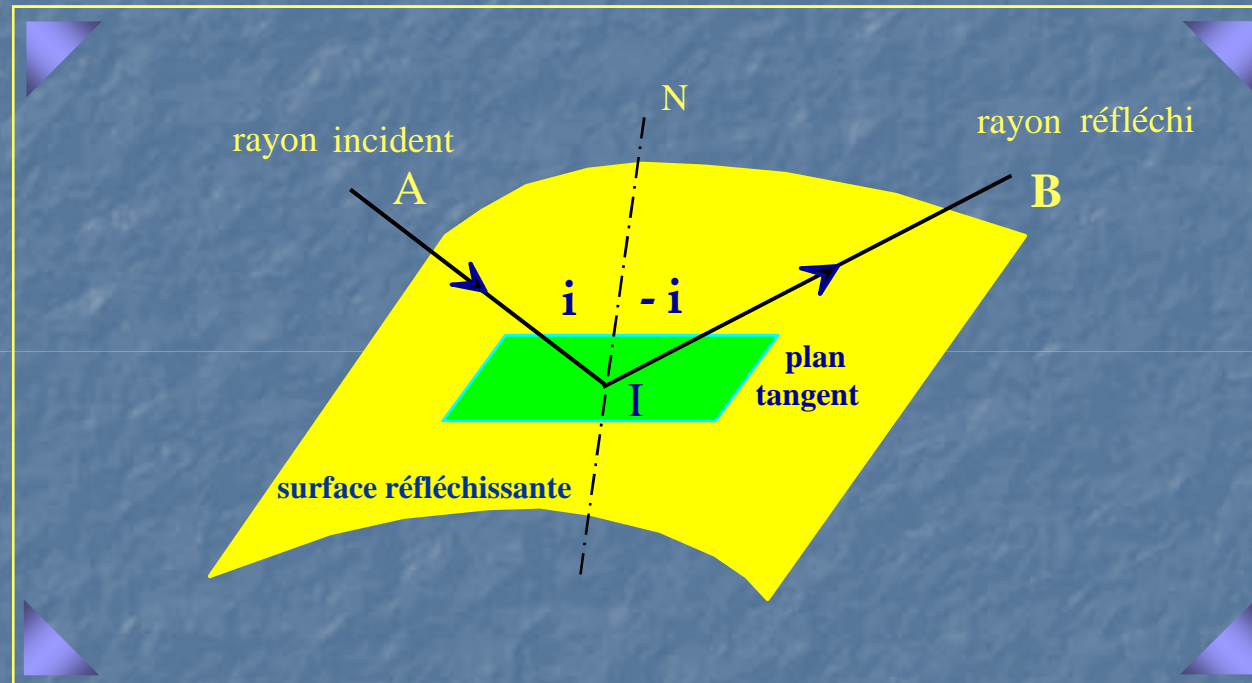
## IV-5-2- Réflexion

Sur une surface parfaitement réfléchissante, un rayon lumineux (AI) issue d'un milieu quelconque, subit une réflexion dans le même milieu.



### IV-5-2- Réflexion

Sur une surface parfaitement réfléchissante, un rayon lumineux (AI) issue d'un milieu quelconque, subit une réflexion dans le même milieu.



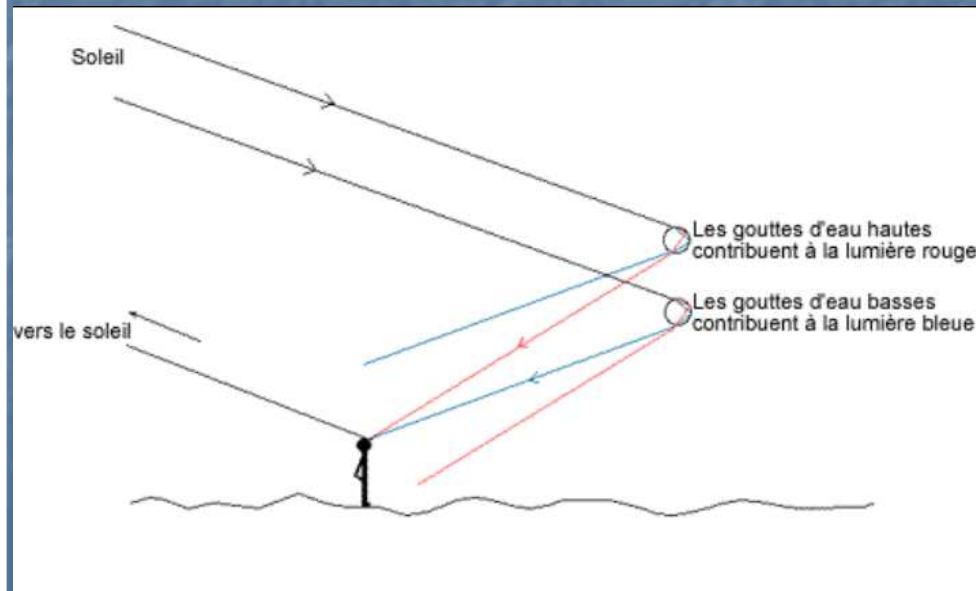
- i) AI et IB sont contenus dans un même plan d'incidence (AIB)
- i) L'angle d'incidence est égale à l'angle de réflexion :  $i = - i$



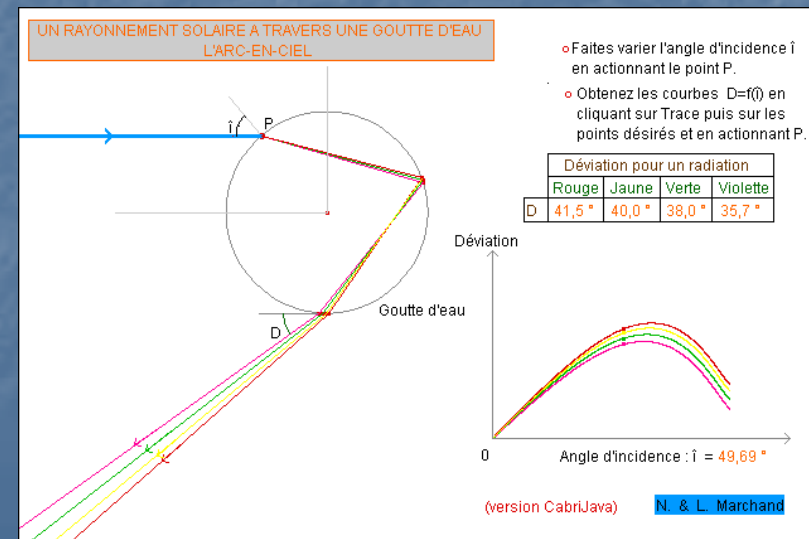
## l'Arc en ciel



## Observation



## Explication





## Réflexion totale :

Soit un rayon lumineux passant d'un milieu 1 dans un autre milieu 2 moins réfringent ( $n_1 > n_2$ ).

la 2<sup>eme</sup> loi de Snell-Descarte:  $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$   
$$n_1 / n_2 = \sin i_2 / \sin i_1 > 1$$
$$i_2 > i_1$$

- Pour un angle  $i_2 = \pi/2$  maximal nous avons un angle  $\ell$  limite
- $\ell$  est l'angle de réflexion totale:  $\ell = \text{Arcsin}(n_2/n_1)$

## Réfraction limite :

On effectue l'opération inverse, c'est à dire la lumière passe d'un milieu moins réfringent 1 vers un milieu plus réfringent 2 ( $n_2 > n_1$ )

la 2<sup>eme</sup> loi de Snell-Descarte  $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$   
$$n_1 / n_2 = \sin i_2 / \sin i_1 < 1$$
$$i_2 < i_1$$

- Pour un angle  $i_1 = \pi/2$  maximal nous avons un angle  $\ell'$  limite
- $\ell'$  est l'angle de réfraction limite:  $\ell' = \text{Arcsin}(n_1/n_2)$

### IV-5-3- réfraction limite et réflexion totale par image

- Analyser les lois de Descartes mathématiquement
- Un milieu 1 d'indice  $n_1$  est dit plus réfringent qu'un milieu 2 d'indice  $n_2$  quand  $n_1$  est supérieur à  $n_2$  ( $n_1 > n_2$ )



Animation, cliquez !

